

《模具制造技术》

第1章 绪论

1.1 模具制造技术的现状及发展趋势

1.1.1 模具制造技术的现状

模具是现代生产中生产各种工业产品的重要工艺装备，是制造水平的重要标志之一。随着社会经济的发展，人们对生活必需品的数量、品种、质量的要求越来越高。为了满足人们的这种要求，世界各工业发达国家都十分重视模具技术的开发，在模具行业重点投资，制模水平有了很大的提高并取得了可观的经济效益。目前，我国的模具制造技术已发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命的模具。目前，我国的模具制造技术已发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命的模具。

1.1.2 影响模具制造技术的因素

1. 制造设备水平
2. 模具新材料的应用
3. 标准化程度
4. 模具现代设计与制造技术
5. 专业化生产

1.1.3 模具制造技术的发展趋势

1. 模具粗加工技术向高速加工发展
2. 成形表面的加工向精密、自动化方向发展
3. 光整加工技术向自动化方向发展
4. 逆向模具制造工程技术的发展
5. 模具CAD / CAM / CAE技术的应用发展

1.2 模具制造过程

模具制造过程就是模具制造工艺，是把模具设计转化为模具产品的过程。包括了设计、零件制造、标准件采购、模具装配与试模验收等工作。

成本、周期、质量是模具制造的主要技术经济指标

设计、制造和使用三个环节相互协调

模具制造过程图



1.3 模具制造的特点及基本要求

1.3.1 模具制造的特点

1. 单件、多品种生产
2. 制造质量要求高
3. 形状复杂
4. 材料硬度高

1.3.2 影响制造的主要因素

从制造角度考虑，影响制造的主要因素有：

1. 表面
2. 精度
3. 表面粗糙度
4. 型孔和型腔的数量
5. 热加工热处理

1.3.3 模具制造的基本要求

1. 模具寿命高
2. 生产周期短
3. 成本低
4. 成套性生产
5. 要求进行试模和试修

第2章 模具工艺规程设计

模具加工工艺规程是规定模具零部件机械加工工艺流程和操作方法等的工艺文件。

也就是说，一个模具零件可以用几种不同的加工工艺方法来制造。在具体的生产条件下，确定一种较合理的加工工艺和操作方法，并按规定的形式书写成工艺技术文件，经审批后用来指导生产，这类文件就是模具加工的工艺规程。

模具生产工艺水平的高低、解决各种工艺问题的方法和手段都要通过模具加工工艺规程来体现，在很大程度上决定了能否高效、低成本地加工出合格产品。因此，模具加工工艺规程编制是一项十分重要的工作。

2.1 基本概念

1. 生产过程

生产过程是将原材料或半成品转变成为成品的各有关劳动过程的总和。

一般模具产品，其生产过程主要包括：

- (1) 生产技术准备过程
- (2) 毛坯的制造过程
- (3) 零件的各种加工过程
- (4) 模具的装配过程
- (5) 各种生产服务活动

2. 工艺过程

工艺过程是指在模具产品的生产过程中，那些使原材料成为成品直接有关的过程，如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等。

3. 模具机械加工工艺过程的组成

用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为产品零件的那部分工艺过程，称为模具机械加工工艺过程。

将合理的机械加工工艺过程确定后，以文字和图表形式作为加工的技术文件，即为模具机械加工工艺规程。

(4) 定位 工件在加工之前，在机床或夹具上先占据一个正确的位置，这就是定位。

(5) 装夹 工件定位后再予以夹紧的过程称为装夹。

(6) 安装 工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。

(7) 工位 使工件在一次安装中先后处于几个不同位置进行加工。此时，工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。

4. 生产纲领

(1) 生产纲领

生产纲领是指包括废品、备件在内的该产品（或零件）的年产量。

零件的生产纲领可按公式计算得出。

5. 生产类型

生产类型是指根据产品生产纲领的大小和品种的多少。

模具制造业的生产类型主要可分为：单件生产和成批生产两种类型

(1) 单件生产 生产的产品品种较多，每种产品的产量很少，同一个工作地点的加工对象经常改变，且很少重复生产。如：新产品试制用的各种模具等都属于单件生产。

(2) 成批生产 产品的品种不是很多，但每种产品均有一定的数量。工作地点的加工对象周期性的更换，这种生产称为成批生产。例如：模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套及标准模架等多属于成批生产。

2.2 工艺规程制定的原则和步骤

1. 工艺规程的作用

(1) 是指导生产的主要技术文件。

(2) 是生产组织和生产管理的依据，即生产计划、调度、工人操作和质量检验等的依据。

(3) 生产前用它作生产的准备，生产中用它作生产的指挥，生产后用它作生产的检验。

2. 制订工艺规程的原则

制订工艺规程的原则是在一定的生产条件下，所编制的工艺规程能以最少的劳动量和最低的费用，可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。也就是在保证产品质量的同时兼顾经济性。

制订工艺规程要体现以下三个方面的要求：

- (1) 技术上的先进性
- (2) 经济上的合理性
- (3) 有良好的劳动条件

3. 制订工艺规程的步骤

- (1) 对产品装配图和零件图的分析与工艺审查。
- (2) 确定生产类型。
- (3) 确定毛坯的种类和尺寸。
- (4) 选择定位基准和主要表面的加工方法，拟订零件加工工艺路线。
- (5) 确定各工序余量，计算工序尺寸、公差，提出其技术要求。
- (6) 确定机床、工艺装备、切削用量及时间定额。
- (7) 填写工艺文件。

4. 模具工艺规程的形式

模具工艺规程的形式已经标准化。常见的模具工艺规程形式有模具机械加工工艺过程卡、模具机械加工工序卡、模具机械加工工序操作指导卡、检验卡等。

最常用的是模具机械加工工艺过程卡和模具机械加工工序卡。

(1) 模具机械加工工艺过程卡 它是以工序为单位，简要说明产品或零、部件的加工过程的一种工艺文件。广泛用于成批生产和单件小批生产中比较重要的零件。

(2) 模具机械加工工序卡 它是以工序为单位，详细说明零件工艺过程的工艺文件，用来指导工人操作和帮助管理人员及技术人员掌握零件的加工过程。主要用于大批大量生产中的所有零件、中批生产中的重要零件和单件小批生产中的关键工序。

5. 工艺规程的应用

(1) 工艺过程综合卡片 主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线（包括毛坯、机械加工和热处理等），它是制订其他工艺文件的基础，也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。

在单件小批生产中，一般简单零件只编制工艺过程综合卡片，作为工艺指导文件。

(2) 工艺卡片 是以工序为单位，详细说明整个工艺过程的工艺文件。它不仅标出工序顺序、工序内容，同时对主要工序还表示出工步内容、工位及必要的加工简图或加工说明。此外，还包括零件的工艺特性（材料、质量、加工表面及其精度和表面粗糙度要求等）、毛坯性质和生产纲领。在成批生产中广泛采取这种卡片。

对单件小批生产中的某些重要零件也要制订工艺卡片。

(3) 工序卡片 是在工艺卡片的基础上分别为每一个工序制订的，是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料，如定位基准、安装方法、机床、工艺装备、工序尺寸及公差、切削用量及工时定额等。

在大批量生产中，广泛采用这种卡片。在中、小批生产中，对个别重要工序有时也编制工序卡片

2.3 产品图样的工艺分析

在制订工艺时，首先要认真分析，了解零件的功用和相关零件间的配合，以及主要技术要求制订的依据，深刻地理解零件结构上的特征和主要技术要求，以便从加工制造的角度来分析零件的工艺性是否良好，为合理制订工艺规程作好必要的准备。

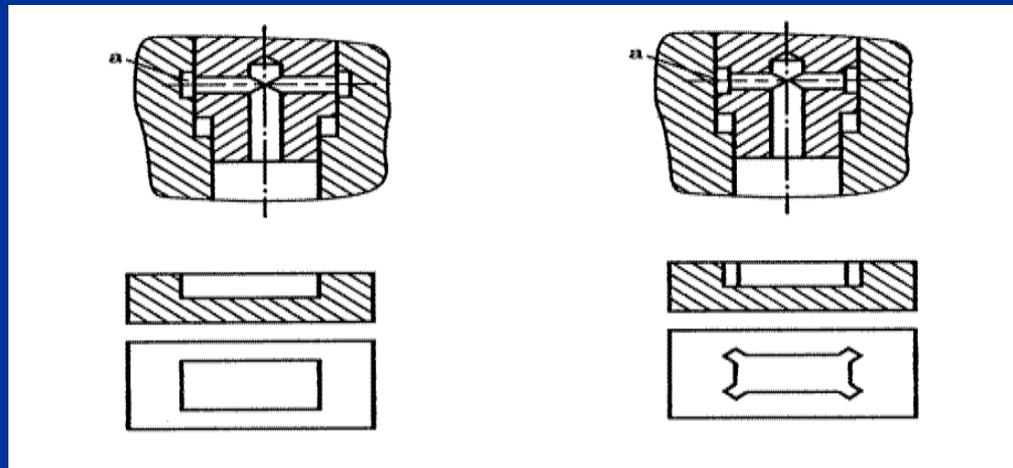
总的原则：是在满足使用要求的前提下，按现有的生产条件能用较经济的方法方便地加工出来。

1. 模具零件的结构工艺分析

不同结构的零件在工艺上往往有着较大的差异。首先要分析该零件是由哪些表面组成的；其次，表面尺寸对工艺也有重要的影响。因此，在分析零件的结构时，不仅要注意零件的各个构成表面本身的特征，而且还要注意这些表面的不同组合。

2. 模具零件的技术要求分析

- (1) 分析主要加工表面的尺寸精度；
- (2) 分析主要加工表面的几何形状精度；
- (3) 分析主要加工表面之间的相互位置精度；
- (4) 分析零件表面质量；
- (5) 分析零件材料、热处理要求及其他要求。



(a) 结构工艺性差；
艺性

(b) 结构工

结构工艺性比较图

2.4 毛坯的设计

模具零件毛坯是根据模具零件所要求的形状、工艺尺寸等而制成的供进一步加工用的生产对象。

毛坯设计的基本任务就是确定毛坯的制造方法及制造精度。

模具零件的毛坯设计是否合理，对于模具零件加工的工艺性与质量、模具寿命以及生产率、经济性都有很大的影响，不能片面地追求某一项指标而忽略了其他指标，要综合考虑，以获得最佳效果。

在毛坯设计中，主要考虑以下两个方面：

1. 模具零件几何形状特征和尺寸关系
2. 模具材料的类别

模具零件的毛坯形式主要分为原型材、锻造件、铸造件和半成品件四种。

2.5 定位基准的选择

1. 基准的概念

基准就其一般意义来讲，就是零件上用以确定其他点、线、面的位置所依据的点、线、面。

基准按其作用不同，可分为设计基准和工艺基准两大类。

(1) 设计基准 在零件图上用以确定其他点、线、面的基准，称为设计基准。

(2) 工艺基准 零件在加工和装配过程中所使用的基准，称为工艺基准。

工艺基准按用途不同，又分为定位基准、测量基准和装配基准。

1) 定位基准 加工时使工件在机床或夹具中占据一正确位置所用的基准，称为定位基准。

2) 测量基准 零件检验时，用以测量已加工表面尺寸及位置的基准，称为测量基准。

3) 装配基准 装配时用以确定零件在部件或产品中位置的基准，称为装配基准。

2. 工件的安装方式

将工件从“定位”到“夹紧”的整个过程，统称为“安装”

在各种不同的机床上加工零件时，有各种不同的安装方法。它可以归纳为直接找正法、划线找正法和夹具安装法等3种。

(1) 直接找正法 工件在机床上应占有的正确位置，是通过一系列的尝试而获得的。具体的方式是在工件直接装在机床上后，用千分表或划针，以目测法校正工件的正确位置，一边校验，一边找正，直至合乎要求。

缺点：花费时间多，生产率低，且要凭经验操作，对工人技术水平要求高。

仅用于单件、小批量生产中

(2) 划线找正法 是在机床上用划针按毛坯或半成品上所划的线来找正工件，使其获得正确位置的一种方法。

缺点：有划线误差，校正工件位置时还有观察误差，误差累计较多。

多用于生产批量较小，毛坯精度较低，以及大型工件等不宜使用夹具的粗加工中。

(3) 夹具安装法 夹具是机床的一种附加装置，它在机床上相对刀具的位置，在工件未安装前已预先调整好，在加工一批工件时，不必再逐个找正定位，就能保证加工的技术要求，既省工又省事，是先进的定位方法。

适用于成批和大量生产中。

3. 定位基准的选择

设计基准已由零件图给定，而定位基准可以有多种不同的方案。一般在第一道工序中只能选用毛坯表面来定位，在以后的工序中可以采用已经加工过的表面来定位。

有时可能遇到这样的情况：工件上没有能作为定位基准用的恰当表面，此时就必须在工件上专门设置或加工出定位的基面，称为辅助基准。辅助基准在零件工作中一般并无用途，完全是为了工艺上的需要。加工完毕后可以去掉。

选择定位基准时，要从保证工件加工精度的要求出发，应先选择精基准，再选择粗基准。

(1) 粗基准的选择

在起始工序中，毛坯工件定位只能选择未经加工的毛坯表面，这种定位表面称为粗基准。粗基准的选择主要是为后续工序提供必要的定位基面。具体选择时应考虑下列原则：

- 1) 如果工件要求首先保证某重要表面的加工余量均匀，则应选择该表面为粗基准。
- 2) 如果工件要求首先保证不加工表面与加工表面之间的位置要求，则应选择不加工表面为粗基准。
- 3) 对于具有较多加工表面的工件，应按合理分配各加工表面的加工余量为原则进行粗基准的选择。
- 4) 在同一尺寸方向上，粗基准只能使用一次。
- 5) 选作粗基准的表面应尽可能光洁，以便定位准确、稳定，夹紧方便、可靠。

(2) 精基准的选择

在最终工序和中间工序，应采用已加工表面定位，这种定位基面称为精基准。选择精基准时，主要应考虑保证加工精度，其选择原则如下：

- 1) 基准重合原则 即选用设计基准作为定位基准，避免定位基准与设计基准不重合而引起的基准不重合误差。
- 2) 基准统一原则 应采用同一组基准定位加工零件上尽可能多的表面，这就是基准统一原则。
- 3) 自为基准原则 某些要求加工余量小而均匀的精加工工序，选择加工表面本身作为定位基准，称为自为基准原则。
- 4) 互为基准原则 当对工件上两个相互位置精度要求很高的表面进行加工时，需要用两个表面互相作为基准，反复进行加工，以保证位置精度要求。
- 5) 便于装夹原则 所选择的精基准应保证工件安装可靠，夹具设计简单、操作方便。

2.6 零件工艺路线分析与拟定

在制定模具的加工工艺规程时，应在充分调查研究的基础上，提出多种方案并进行分析比较。

拟定工艺路线就是制订了工艺过程的总体布局。其主要任务是选择各个表面的加工方法和加工方案，确定各个表面的加工顺序以及整个工艺过程中工序数目等。

除定位基准的合理选择外，拟定工艺路线还要考虑零件各表面加工方法、加工阶段划分、工序的集中与分散和加工顺序等四个方面。

1. 零件各表面加工方法的选择

(1) 首先要保证加工表面的加工精度和表面粗糙度的要求。

(2) 工件材料的性质对加工方法的选择也有影响，

(3) 在保证质量的前提下，还应考虑生产效率和经济性的要求。

(4) 要考虑本厂、本车间现有设备情况及技术条件。

2. 加工阶段的划分

(1) 粗加工阶段

(2) 半精加工阶段

(3) 精加工阶段

(4) 光整加工阶段

工艺过程分阶段的主要原因：

(1) 保证加工质量

(2) 合理使用设备

(3) 便于安排热处理工序

3. 工序的集中与分散

工序集中是使每个工序中包括尽可能多的工步内容，因而使总的工序数目减少，夹具的数目和工件的安装次数也相应地减少。工序集中有利于保证各加工面间的相互位置精度要求，有利于采用自动化程度高的机床设备，节省装夹工件的时间，减少工件的搬动次数。

工序分散是将工艺路线中的工步内容分散在更多的工序中去完成，因而每道工序的工步少，工艺路线长。工序分散可使每个工序使用的设备和夹具比较简单，调整、对刀也比较容易，对操作工人的技术水平要求较低。

4. 加工顺序的安排

(1) 切削加工顺序的安排原则:

- 1) 先粗后精
- 2) 先主后次
- 3) 基面先行
- 4) 先面后孔

(2) 热处理工序的安排大致分为预先热处理和最终热处理两大类

(3) 辅助工序的安排

辅助工序包括工件的检验、去毛刺、清洗和涂防锈油等。其中，检验工序是主要的辅助工序，它对保证零件质量有极重要的作用。

检验工序应安排在：

- 1) 粗加工全部结束后，精加工之前；
- 2) 零件从一个车间转向另一个车间前后；
- 3) 重要工序加工前后；
- 4) 零件加工完毕之后。

钳工去毛刺一般安排在易产生毛刺的工序之后，检验及热处理工序之前。清洗和涂防锈油工序安排在零件加工之后，进入装箱和成品库前进行。

外圆表面、内孔表面、平面三种简单几何表面的常用加工方案见表2-4~2-6

2.7加工余量与工序尺寸的确定

1. 加工余量

为了使加工表面达到所需的精度和表面质量而切除的金属层称为加工余量。

加工余量过大，不但浪费金属，增加切削工时，增大机床和刀具的负荷和磨损，有时还会将加工表面所需保留的耐磨表面层（如床身导轨表面）切掉；

加工余量过小，则不能消除前道工序的误差和表层缺陷，以致产生废品，或者使刀具切削在很硬的表层（如氧化皮、白口层）上，导致刀具急剧磨损。总之确定加工余量的基本原则是在保证加工质量的前提下尽量减少加工余量。

确定加工余量是制定加工工艺的重要问题之

加工余量又分为工序余量和总加工余量。

工序余量是指某表面在一道工序中所切除的金属层厚度，它等于上道工序的加工尺寸（工序尺寸）与本工序要得到的加工尺寸之差。

总加工余量是指由毛坯变为成品的过程中，在某表面上切除的金属层总厚度，它等于毛坯尺寸与成品尺寸之差，也等于该表面各工序余量之和。

2. 影响工序余量的因素

(1) 上工序的尺寸公差愈大，则本道工序的余量愈大。本道工序应切除上道工序尺寸公差中包含的各种可能产生的误差。

(2) 上道工序产生的表面粗糙度和表面缺陷层深度应在本道工序加工时切除掉。

(3) 上道工序留下的需要单独考虑的空间误差。应根据具体情况分析处理。空间误差是指轴线直线度误差和各种位置误差。

(4) 本工序的装夹误差会直接影响被加工表面与切削刀具的相对位置，应考虑这项误差。装夹误差包括定位误差和夹紧误差。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/705041230321011313>